

IC engine fuel injection system error compensation method

Patent number: DE19700711
Publication date: 1998-09-17
Inventor: PRZYMUSINSKI ACHIM (DE); HEINITZ DIRK (DE);
ACHLEITNER ERWIN DR (DE); SCHOEPPPE DETLEV
DR (DE)
Applicant: SIEMENS AG (DE)
Classification:
- international: *F02D41/14; F02D41/34; F02D41/40; F02D41/14;
F02D41/34; F02D41/40; (IPC1-7): F02D41/14;
F02D41/40*
- european: F02D41/14F2; F02D41/34D; F02D41/40D
Application number: DE19971000711 19970110
Priority number(s): DE19971000711 19970110

Report a data error here

Abstract of DE19700711

The method balances out the systematic error in fuel injection devices, by ensuring the injected fuel quality is controlled by means of an electronic control device by adjusting the injection time. The injection time is adjusted using correction factors for individual cylinders in such a way that the balance quality (running smoothness) of the engine is improved. In the low revs-range of the engine, fuel is injected at a given engine speed (revs) during a discrete injection pulse or alternatively is divided into several equal injection pulses or into a pre- and main-injection pulse. Measurement of individual cylinders is used to detect the engine running out-of-balance and to determine the actual quantity of fuel injected for each cylinder (i). Correction factors (cor (i)) are calculated from these fuel qualities for specific cylinders and then stored in a non-volatile memory of the control device. The injection times and the injection commencement angle (ang (i)) are then corrected with the correction factor (cor (i)) for each cylinder.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

2003 P 13877 (St dtv Anmeldung)



⑮ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 197 00 711 A 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
F 02 D 41/14
F 02 D 41/40

②① Aktenzeichen: 197 00 711.2
②② Anmeldetag: 10. 1. 97
②③ Offenlegungstag: 17. 9. 98 ✓

(1)

DE 197 00 711 A 1

⑦① Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦② Erfinder:
Przymusinski, Achim, 93053 Regensburg, DE;
Heinitz, Dirk, 93152 Nittendorf, DE; Achleitner,
Erwin, Dr., 93051 Regensburg, DE; Schöppe, Detlev,
Dr., 93173 Wenzelbach, DE

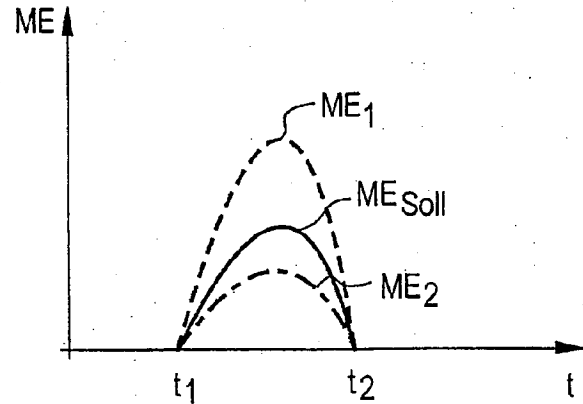
⑤⑤ Entgegenhaltungen:
DE 33 36 028 C2
DE 39 29 746 A1
US 50 69 183
US 46 67 634

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zum Ausgleich des systematischen Fehlers an Einspritzvorrichtungen für eine Brennkraftmaschine

⑤⑤ Mittels einer zylinderselektiven Meßmethode zur Erfassung der Laufunruhe werden im unteren Drehzahlbereich der Brennkraftmaschine die tatsächlich eingespritzten Kraftstoffmengen bestimmt und daraus jeweils ein zylinderindividueller Korrekturfaktor berechnet und abgespeichert. Bei höheren Drehzahlen und Lasten wird dann aufgrund der Korrekturfaktoren die Einspritzzeit und/oder der Einspritzbeginnwinkel zylinderindividuell geändert und damit die Laufunruhe der Brennkraftmaschine verbessert.



DE 197 00 711 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ausgleich des systematischen Fehlers an Einspritzvorrichtungen für eine Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1.

Bei einer mehrzylindrigen Brennkraftmaschine ergibt sich bei der Einspritzung von Kraftstoff in die Verbrennungsräume durch Streuungen der Eigenschaften der Einspritzdüsen bei einem Dieselmotor, bzw. der Einspritzventile bei einem Ottomotor ein systematischer Fehler. Aufgrund von Fertigungstoleranzen der genannten Komponenten und unterschiedlicher Abnutzung (Alterungserscheinungen) werden bei gleicher Einspritzzeit und ansonsten identischen Randbedingungen unterschiedliche Kraftstoffmengen der Verbrennung in den einzelnen Zylindern zugeführt. Die unterschiedlichen Kraftstoffmengen führen zu einer unterschiedlichen Leistungsabgabe der einzelnen Zylinder, was neben einer Steigerung der Laufunruhe auch zu einer Erhöhung der Menge an schädlichen Abgaskomponenten führt.

Aus der DE 38 00 176 A1 ist eine Steuereinrichtung für eine Otto-Brennkraftmaschine bekannt, die Streuungen in den Eigenschaften der unterschiedlichen Zylinder kompensiert, indem sie die bekannte Vorsteuerung mit individuellen Korrekturwerten modifiziert. Es werden nicht mehr alle Einspritzzeiteinrichtungen mit derselben Einspritzzeit angesteuert, sondern für jeden Zylinder ist die Vorsteuerzeit so korrigiert, daß das Abgas von allen einzelnen Zylindern im wesentlichen dieselbe Zusammensetzung aufweist. Es wird dabei ermittelt, für welchen Zylinder der im Abgas gemessene Lambda-Wert von einem vorgegebenen Wert abweicht und dann der Korrekturwert für diesen Zylinder so lange verändert, bis sich der vorgegebene Lambda-Wert einstellt. Zur Speicherung der individuellen Korrekturwerte weist die Steuereinrichtung einen Individualspeicher auf und zum Verknüpfen der gemeinsamen Vorsteuerzeit mit den individuellen Korrekturwerten ist eine Verknüpfungseinrichtung vorgesehen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, das es erlaubt, auf einfache Weise die systematischen Fehler der Einspritzvorrichtung zu bestimmen und auszugleichen, so daß sich eine höhere Laufunruhe der Brennkraftmaschine ergibt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst.

Die abhängigen Ansprüche betreffen vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der im folgenden anhand der Zeichnungen erläuterten Erfindung. Hierbei zeigt

Fig. 1 ein Diagramm für den zeitlichen Verlauf der Einspritzmenge für verschiedene Einspritzdüsen und

Fig. 2 eine Darstellung von verschiedenen Einspritzimpulsen zur Bestimmung des systematischen Fehlers.

Das Diagramm nach Fig. 1 zeigt drei verschiedene Verläufe von Einspritzmengen ME_i über der Zeit t aufgetragen. Die ausgezogene Linie kennzeichnet eine gewünschte Einspritzmenge ME_{sol} , die auf der Grundlage von momentan herrschenden Betriebsparametern der Brennkraftmaschine in bekannter Weise berechnet wurde und in den Zylinder eingespritzt werden soll. Der Einspritzbeginn ist auf der Abszisse des Diagramms mit t_1 und das Einspritzende mit t_2 bezeichnet.

Der mit strichlierter Linie eingezeichnete Verlauf stellt eine Einspritzmenge ME_1 über der Zeit dar, die gegenüber der gewünschten Einspritzmenge ME_{sol} zu hoch ist, während der mit strichpunktierter Linie eingezeichnete Verlauf eine Einspritzmenge ME_2 kennzeichnet, die gegenüber der gewünschten Einspritzmenge ME_{sol} zu niedrig ist. Die Ursachen für die Abweichungen von dem gewünschten Ver-

lauf werden beispielsweise durch Toleranzen der Einspritzvorrichtung, wie Einspritzdüse oder Einspritzventil bei deren Fertigung oder durch Alterungserscheinungen hervorgerufen. Die unterschiedlichen Einspritzmengen für die einzelnen Zylinder aufgrund dieses systematischen Fehlers führen zu einer erhöhten Laufunruhe der Brennkraftmaschine.

Der Fehler wird im unteren Drehzahlbereich der Brennkraftmaschine bei einer vorgegebenen Drehzahl, vorzugsweise im Leerlauf bestimmt, indem man Kraftstoff während eines einzelnen Einspritzimpulses (Fig. 2a) einspritzt oder den Einspritzvorgang in mehrere Einspritzimpulse gleicher Impulsdauer aufteilt (Fig. 2b) oder die Einspritzung in eine Vor- und Haupteinspritzung aufteilt (Fig. 2c). Da der Leerlaufdrehzahl mit hoher Genauigkeit regelt, erhält man in diesem Betriebsbereich der Brennkraftmaschine stationäre Bedingungen als eine Voraussetzung für eine genaue Bestimmung des Fehlers. Bei einer Diesel-Brennkraftmaschine übernimmt diese Funktion ein Leerlaufdrehzahlsteller, der die Kraftstoffmenge einstellt.

Die Einspritzung erfolgt in allen Fällen bei konstantem Kraftstoffdruck, Kraftstofftemperatur und gleichem Einspritzbeginn bzw. diese physikalischen Größen werden mit Kennlinien oder Kennfeldern über den entsprechenden Referenzwerten abgeglichen.

Anhand einer an sich bekannten zylinderselektiven Meßmethode zur Erfassung der Laufunruhe, wie zylinderselektive Drehzahlerfassung (z. B. EP 0 576 705 B1), Drehmomentmessung, Brennraumdruckmessung usw. werden die tatsächlich in die verschiedenen Zylinder der Brennkraftmaschine eingespritzten Kraftstoffmengen bestimmt. Daraus wird ein zylinderspezifischer Korrekturfaktor berechnet, mit dem der Fehler der diesem Zylinder zugeordneten Einspritzvorrichtung korrigiert wird. Man erhält dadurch einen Vektor oder Zellen, in dem bzw. in denen die zylinderspezifischen Korrekturfaktoren abgespeichert werden. Für eine 4-Zylinder-Brennkraftmaschine sieht der Vektor folgendermaßen aus:

$$\text{cor}^T = (\text{cor}_1, \text{cor}_2, \text{cor}_3, \text{cor}_4)$$

mit

cor^T als transponierten Vektor

cor_i als Korrekturfaktor des jeweiligen Zylinders $i = 1, 2, 3, 4$.

Bei einer Brennkraftmaschine mit anderer Zylinderzahl ändert sich lediglich die Dimension des Vektors. Der so bestimmte Vektor wird nicht flüchtig, beispielsweise in einem Speicher der elektronischen Steuerungseinrichtung abgespeichert. Die Korrektur des Systems kann sowohl nach jedem Startvorgang der Brennkraftmaschine, als auch nach bestimmten, vorgebbaren Zeit- oder Wartungsintervallen erfolgen. Die zuletzt gespeicherten Korrekturfaktoren werden dabei von den neu ermittelten überschrieben, wobei insbesondere Alterungserscheinungen der Einspritzvorrichtung berücksichtigt werden können.

Die abgespeicherten Faktoren werden bei höheren Lasten und Drehzahlen der Brennkraftmaschine verwendet, um den systematischen Fehler auszugleichen. Dies ist auf zwei verschiedene Arten möglich.

Zum einen können die Einspritzbeginnwinkel konstant gehalten werden und die Einspritzzeiten werden durch eine mathematische Operation, z. B. Multiplikation oder Addition der Korrekturfaktoren mit einem Wert aus einem Kennfeld, das über den Kraftstoffdruck und der gewünschten Einspritzzeit aufgespannt ist, ermittelt. Die so berechneten Wichtungsfaktoren werden dann mit den Einspritzzeiten der

einzelnen Zylinder multipliziert:

$$t_{inj}(i) = t_{ist}(i) \cdot [\text{cor}(i) \cdot f(p, t_{ist})]$$

mit

$t_{inj}(i)$ korrigierte Einspritzzeit

$t_{ist}(i)$ Einspritzzeit

p Kraftstoffdruck

$\text{cor}(i)$ Korrekturfaktor

$[\text{cor}(i) \cdot f(p, t_{ist})]$ Wichtungsfaktor.

Die Korrekturfaktoren haben einen Wertebereich $0 < \text{cor}(i) < \text{MAX}$, wobei die Faktoren durch die obere Grenze MAX mit der maximal zulässigen Einspritzdauer in Abhängigkeit von der Drehzahl, Einspritzbeginnwinkel und anderen physikalischen Größen, wie z. B. Ansauglufttemperatur, Einspritzdruck usw. begrenzt werden.

Die andere Möglichkeit besteht darin, die Einspritzzeiten konstant zu halten und die Einspritzbeginnwinkel werden durch die Korrekturfaktoren verändert. Die Wichtungsfaktoren werden ebenfalls durch eine mathematische Operation z. B. Multiplikation oder Addition des Korrekturfaktors mit einem Wert aus einem Kennfeld, das über den Kraftstoffdruck und der Einspritzzeit aufgespannt ist, bestimmt. Die errechneten Faktoren werden zu den aktuellen Einspritzbeginnwinkel $\text{ang}(i)$ addiert. Die Korrekturfaktoren haben einen Wertebereich von $-\text{ANG} < \text{cor} < +\text{ANG}$, wobei damit ein Intervall vorgegeben ist, bis zu dessen Grenzen der Einspritzbeginnwinkel verschoben werden kann:

$$\text{ang}(i) = \text{ang}_{ist}(i) + [\text{cor}(i) \cdot f(p, t_{ist})]$$

Durch die beiden beschriebenen Verfahren wird der systematische Fehler der Einspritzdüsen bzw. der Einspritzventile über den gesamten Drehzahlbereich ausgeglichen und somit eine höhere Laufruhe der Brennkraftmaschine gewährleistet.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die beiden Verfahren miteinander zu kombinieren, d. h. sowohl den Einspritzbeginnwinkel als auch die Einspritzdauer in gewünschter Weise zu verändern.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Ausgleich des systematischen Fehlers an Einspritzvorrichtungen für eine mehrzylindrige Brennkraftmaschine, insbesondere für eine Dieselmotorkraftmaschine bei dem die Kraftstoff-Einspritzmenge mittels einer elektronischen Steuereinrichtung der Brennkraftmaschine durch Ändern der Einspritzzeit regelbar ist und die Einspritzzeit mit zylinderindividuellen Korrekturfaktoren derart beaufschlagt wird, daß die Laufruhe der Brennkraftmaschine erhöht ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß

im unteren Drehzahlbereich der Brennkraftmaschine bei einer vorgegebenen Drehzahl Kraftstoff während eines einzelnen Einspritzimpulses oder aufgeteilt in mehrere gleiche Einspritzimpulse oder in einen Vor- und Haupteinspritzimpuls, eingespritzt wird,

– mittels einer zylinderindividuellen Meßmethode zur Erfassung der Laufunruhe der Brennkraftmaschine die tatsächlich eingespritzten Mengen an Kraftstoff für jeden Zylinder (i) bestimmt werden,

– aus diesen Kraftstoffmengen zylinderspezifische Korrekturfaktoren ($\text{cor}(i)$) berechnet und nichtflüchtig in einem Speicher der Steuereinrichtung abgespeichert werden und

– in Betriebsbereichen der Brennkraftmaschine mit höheren Lasten und Drehzahlen zylinderindividuell die Einspritzzeit ($t_{ist}(i)$) und/oder der Einspritzbeginnwinkel ($\text{ang}(i)$) mit dem Korrekturfaktor ($\text{cor}(i)$) korrigiert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Einspritzbeginnwinkel ($\text{ang}(i)$) für den jeweiligen Zylinder (i) konstant gehalten wird und die Einspritzzeit ($t_{ist}(i)$) verändert wird, indem sie mit einem Wichtungsfaktor beaufschlagt wird, der sich aus dem Korrekturfaktor ($\text{cor}(i)$) und einem, in einem Kennfeld abhängig von dem Kraftstoffdruck (p) und der gewünschten Einspritzzeit (t_{ist}) abgelegten Wert zusammensetzt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die korrigierte Einspritzzeit ($t_{inj}(i)$) berechnet wird nach der Formel:

$$t_{inj}(i) = t_{ist}(i) \cdot [\text{cor}(i) \cdot f(p, t_{ist})]$$

mit

$t_{ist}(i)$ Einspritzzeit

p Kraftstoffdruck

$\text{cor}(i)$ zylinderindividueller Korrekturfaktor

t_{ist} gewünschte Einspritzzeit

$[\text{cor}(i) \cdot f(p, t_{ist})]$ Wichtungsfaktor

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Korrekturfaktor zwischen 0 und einem Maximalwert MAX liegt, der von der maximal zulässigen Einspritzdauer abhängig von der Drehzahl, dem Einspritzbeginnwinkel und anderen physikalischen Größen wie beispielsweise Ansauglufttemperatur und Einspritzdruck bestimmt ist.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einspritzzeit ($t_{ist}(i)$) für den jeweiligen Zylinder (i) konstant gehalten wird und der Einspritzbeginnwinkel ($\text{ang}(i)$) verändert wird, indem er mit einem Wichtungsfaktor beaufschlagt wird, der sich aus dem Korrekturfaktor ($\text{cor}(i)$) und einem, in einem Kennfeld abhängig von dem Kraftstoffdruck (p) und der gewünschten Einspritzzeit abgelegten Wert (t_{ist}) zusammensetzt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der korrigierte Einspritzbeginnwinkel ($\text{ang}(i)$) berechnet wird nach der Formel:

$$\text{ang}(i) = \text{ang}_{ist}(i) + [\text{cor}(i) \cdot f(p, t_{ist})]$$

mit

$\text{ang}(i)$ korrigierter Einspritzbeginnwinkel

$\text{ang}_{ist}(i)$ Einspritzbeginnwinkel

p Kraftstoffdruck

$\text{cor}(i)$ zylinderindividueller Korrekturfaktor

t_{ist} gewünschte Einspritzzeit

$[\text{cor}(i) \cdot f(p, t_{ist})]$ Wichtungsfaktor

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Wichtungsfaktor innerhalb eines Intervalles liegt, bis zu dessen Grenzen ($-\text{ANG}$, $+\text{ANG}$) der Einspritzbeginnwinkel verschoben werden kann.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der untere Drehzahlbereich der Leerlaufbereich ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

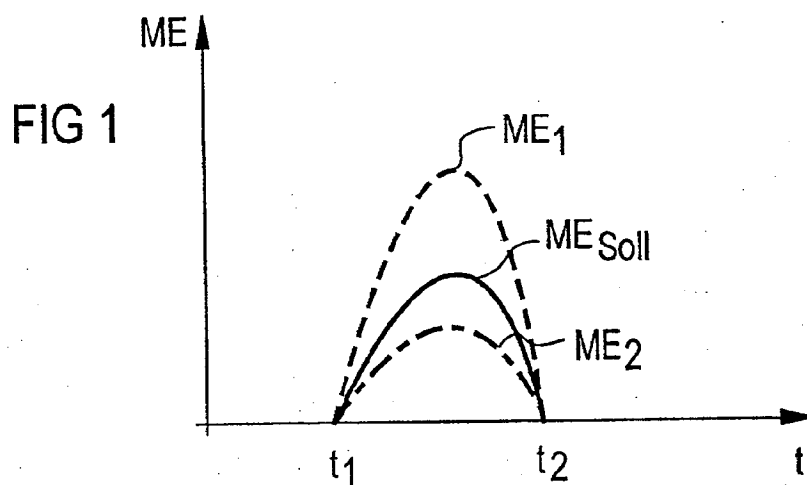


FIG 2a

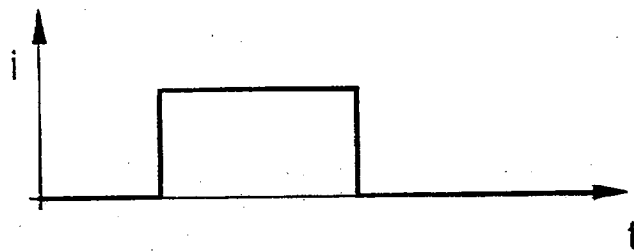


FIG 2b

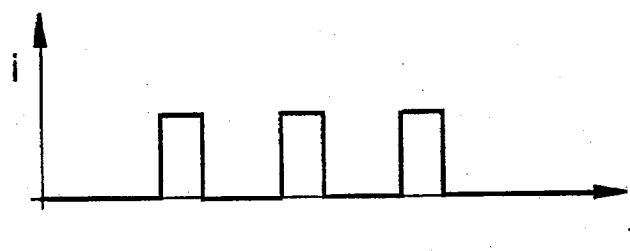


FIG 2c

